مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٩) العدد (١٢) ٢٠٢٥
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (9) No. (12) 2025

دراسة استخدام الإضافات الحيوية المحتوية على البكتريا على بعض مؤشرات الأداء

د. جعفر عدنان محمود *

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٥/٩/٩ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٥/١٠/١٣)

□ ملخّص □

يهدف البحث إلى دراسة تأثير إضافة وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية في أداء محرك الديزل، حيث تم إضافة نسب مزج مختلفة من الخلاصة الحيوية لوقود الديزل ومقارنة خصائص الوقود المستخدم، وقد تم قياس معدل الرقم السيتاني والقيمة الحرارية للمزيج ومن ثم قياس نسبة الكبريت وبيان تأثيرها الإيجابي والسلبي على أداء المحرك.

بينت النتائج أنه عند إضافة الخلاصة الحيوية إلى وقود الديزل ازداد معدل الرقم السيتاني من (45→59)، كما تبين ازدياد القيمة الحرارية للمزيج وبلغت أعلى قيمة (10820 kcal) عند نسبة مزج (15%)، وكذلك انخفضت نسبة الكبريت حيث أصبحت أقل من (٠.٢%) عند نسبة مزج (٤٠٪).

الكلمات المفتاحية: محرك الديزل، خلاصة حيوية، أداء المحرك.

* مدرس في كلية الهندسة التقنية، قسم هندسة المكننة الزراعية، جامعة طرطوس، طرطوس–سوريا.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٩) العدد (١٢) ٢٠٢٥
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (9) No. (12) 2025

Studying the Use of Bio-extract Containing Bacteria in some Performance Indicators

Dr. Jafar Adnan Mahmoud *

(Received 9/9/2025 . Accepted 13/10/2025)

□ ABSTRACT □

This research aims to study the effect of adding Diesel Fuel Treated with Bio-extract on diesel engine performance. As when adding different mixing ratios of the Bio-extract with diesel fuel and comparison fuel properties.
Cetane Number average and the Value percentage of fuel were measured, Then Sulfur Content released from the engine and to state its positive and negative effect on the performance of the engine and on environment.

The results showed that when adding diesel fuel modified with bio-extract increases the Cetane Number average about (45→ 59). It also leads to a increastion in Value percentage by about (10820 kcal) at mixing ratio (15%), and the Sulfur Content became less with (0.2 %) at mixing ratio (40%).
Key words: Diesel engine, bio-extract, Engine performance.

*Lecturer, Faculty of Technical Engineering, Tartous University, Syria.

1- المقدمة:

يعتبر الديزل الحيوي (Biodiesel) وقوداً بديلاً وأقل تلويثاً للبيئة من وقود الديزل، ويعد أحد البدائل الهامة التي تؤدي إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. ونظراً للتلوث الكبير الذي يسببه الوقود الأحفوري، لجأ الباحثون لاستخدام مصادر الطاقة البديلة كالطاقة الشمسية والطاقة الهيدروليكية، وطاقة الرياح وطاقة المدّ والجزر والطاقة الحرارية لباطن الأرض. وقد ازداد الطلب على الوقود الحيوي الذي يتمتع بمزايا عديدة تتفوق على وقود الديزل العادي منها انخفاض تكاليف إنتاجه، بالإضافة لإمكانية إنتاجه في أي وقت من السنة وفي أية بقعة من الأرض بسبب توافر مواده الأولية، وعدم تقييدها بأية عوامل جغرافية أو طبيعية، وهي ميزة جيدة لا تتمتع بها بقية مصادر الطاقة الأخرى المتجددة، كما يعتبر صديق للبيئة حيث يخفض نسب الانبعاثات الغازية الضارة وفي هذا السياق، لفت الوقود الحيوي المشتق من مصادر نباتية أو حيوانية الانتباه كبديل محتمل للوقود الأحفوري السائل، حيث يعد الديزل الحيوي بديلاً للديزل ويتم إنتاجه عن طريق الزيوت النباتية والزيوت والدهون المستعملة [1].

وفي الآونة الأخيرة، تم إجراء الكثير من الأبحاث حول الوقود الحيوي، وقد جذب وقود الديزل الحيوي المنتج من الزيوت غير الصالحة للأكل المزيد من الاهتمام في السنوات الأخيرة لأنه لا يستهلك للغذاء كما حدث عند إنتاج الديزل الحيوي من الجيل الأول من زيت الطعام [2].

قام الباحث ، (Verma , 2015) بدراسة تأثير إضافة الوقود الحيوي على أداء محرك الديزل وخصائص انبعاث الغازات من المحرك، ووجد أن المشكلة الرئيسية في استخدام الزيوت النباتية كوقود للمحركات هي اللزوجة المرتفعة والتي يمكن تخفيضها بوساطة تفاعل الأسترة، كما درس الخصائص الحرارية للوقود الحيوي كنقطة الوميض والرقم السيتاني، وقد توصل إلى أن أغلب خصائص الوقود الحيوي مماثلة لخصائص الديزل لكن المردود الحراري يقل عند استخدام الوقود الحيوي، كما تؤدي زيادة نسبة المزج إلى حدود مرتفعة إلى انخفاض الفعالية، ولاحظ أيضاً انخفاض واضح في انبعاثات الغازات الملوثة [3].

قام الباحث (عروس، حسان ٢٠٢٠) وآخرون باستخلاص زيت الجوجوبا وإجراء المعالجة له والعمل على تحسين الخصائص التشغيلية للزيت حيث تمت دراسة العديد من الخصائص الفيزيائية له أهمها درجة الوميض ودرجة الانصباب ودرجة الأنيلين وقرينة الديزل ليتبين تحسين ملحوظ في قرينة الديزل للزيت المعالج والتي تعدّ من أهم عوامل جودة المشتق النفطي بنسبة (20,76%) وكذلك انخفاض اللزوجة الحركية للزيت المعالج، حيث تم مزج الزيت مع الديزل بنسب مختلفة ودراسة الخصائص الفيزيائية عند كلّ نسبة لتحديد نسبة المزج المثلى حيث حققت نسبة المزج (زيت معالج ١٨% – ديزل ٨٢%) أفضل الخصائص الفيزيائية ضمن المواصفات القياسية السورية [4].

٢- أهمية البحث وأهدافه:

انطلاقاً من الاحتياجات البيئية والاقتصادية والصناعية والزراعية، كان لا بد من البحث عن تقنيات جديدة تلبي احتياجات التطور الحضاري والاقتصادي، ولتكون بديلاً عن النفط، حيث تم إجراء البحث باستخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية ودراسة تأثير استخدامها على أداء محرك الديزل، حيث تؤدي محركات الديزل دوراً هاماً في كثير من المشروعات الصناعية والزراعية وعليه يهدف البحث إلى:

معالجة وقود الديزل التقليدي بالخلاصة الحيوية لاستخدامه في المحركات، ودراسة تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على أداء المحرك.

٣- طرائق البحث ومواده: تم في هذا البحث استخدام المواد والأجهزة الآتية:

١- وقود الديزل العادي، والمحرك بدون حفاّز.

٢- الخلاصة الحيوية: تم تحضير الخلاصة الحيوية التي تمت معالجة وقود الديزل بها ضمن مخابر كلية الهندسة التقنية، وهي عبارة عن مادة سائلة تحتوي على كائنات دقيقة نافعة مولدة طبيعياً، ليست بالميكروبات الضارة، ولا المرضية، ولا التي تم توليدها عبر أساليب الهندسة الوراثية، ويوضح الشكل (١) عينة من الخلاصة الحيوية التي تم استخدامها في البحث.

الشكل (١): عينة من الخلاصة الحيوية

٢-١ آلية عمل الخلاصة الحيوية:

١- تكسير المواد العضوية المعقدة ذات الوزن الجزيئي الكبير في وقود الديزل، مما يقلل من كثافة الرواسب، وبالتالي انخفاض الوزن النوعي وانخفاض اللزوجة.

٢- إزالة الروائح، وخاصة رائحة السلفيدات الأليفاتية والعطرية، ونزع الكبريت.

٣- خفض كمية الدقائق الصلبة المعلقة.

ويبين الجدول (١)، مكونات الخلاصة الحيوية التي حضرّت مخبرياً من أجل معالجة وقود الديزل التقليدي.

جدول (١): تركيب الخلاصة الحيوية

تركيب التقانة الحيوية	التعداد خلية / مل
بكتيريا التمثيل الضوئي	٤٠٠٠٠٠
بكتيريا حمض اللاكتيك	٦٥٠٠٠٠
الخمائر	٥٠٠٠٠٠
الفطريات	٧٠٠٠٠٠

بعد ذلك تم وضع الخلاصة الحيوية في المجفف والحفاظ على درجة حرارتها في حدود (20 °C)، لمدة أسبوع قبل البدء بالمعالجة، ويبين الشكل (2) الخلاصة الحيوية أثناء وضعها في المجفف:

الشكل (٢): الخلاصة الحيوية في المجفف

٢-٢ دراسة تأثير مزج الخلاصة الحيوية مع الديزل:

تم مزج وقود الديزل مع الخلاصة الحيوية وإجراء الخلط الميكانيكي وذلك بنسب مزج مختلفة، حيث تم تحضير ستة عينات حجم كل منها (250 ml) كما هو موضح في الجدول (٢) وتركت هذه العينات بعد أن تم مزجها لمدة (١٤) يوماً ثم بعد ذلك درست الخصائص الفيزيائية لكلّ منها لاختيار نسبة المزج الأمثل التي تلبي المواصفات القياسية السورية:

جدول (2): نسب مزج الخلاصة الحيوية مع الديزل في العينات المدروسة.

العينة	نسبة الخلاصة الحيوية	نسبة الديزل
١	0%	100%
٢	5%	95%
٣	10%	90%
٤	15%	85%
٥	20%	80%
6	25%	75%

٣- محرك احتراق داخلي (ديزل) ويوضح الشكل (3) المحرك المستخدم في البحث، حيث يتمتع المحرك بالواصفات الآتية:

- محرك ديزل رباعي الأشواط، حيث تقع الأسطوانات على استقامة واحدة.
- الاستطاعة القصوى (22.5 kw).
- حجم الإزاحة (١٩٧٤ CC).
- العزم الأعظمي (132 N.M) عند سرعة دوران (3000 rpm).

- الشركة المصنعة للمحرك (TOYOTA).

الشكل (3): محرك الديزل المستخدم في البحث

٤- مؤشرات الأداء المدروسة:

٤-١ العدد السيتاني للوقود (Cetane Number):

اتفق دولياً على تعريف العدد السيتاني بأنه النسبة المئوية الحجمية لكمية السيتان النظامي في مزيج مع الفا مثيل النفتالين ($C_{11}H_{10}$) الذي تطابق اشتعاليته الذاتية اشتعالية الوقود المطلوب اختباره وتتم المقارنة تحت ظروف قياسية، حيث زيادة معدل رقم السيتان في وقود الديزل تعني تحسين خصائص الاشتعال، مما يؤدي إلى احتراق أسرع وأسهل وأكثر سلاسة، ويقلل من ظاهرة الدّق في المحرك، بالإضافة لتقليل الانبعاثات الغازية ويمكن تحقيق ذلك باستخدام محسنات رقم السيتان أو الوقود عالي الجودة ويحدد العدد السيتاني جودة الاحتراق لوقود الديزل ويعبر عن فترة تأخر الاشتعال وميل الوقود للاشتعال الذاتي بالانضغاط ويزداد هذا العدد بزيادة نسبة البارافينات المستقيمة، ويقل بزيادة نسبة المركبات الأروماتية في الوقود، كما أن وجود الروابط المزدوجة يقلل من قيمته [5].

٤-٢ القيمة الحرارية للمزيج (Calorific Value):

وهي كمية الحرارة المنطلقة أثناء احتراق كمية محددة من الوقود احتراق كامل بالأوكسجين وتقدر بوحدة طاقة لكل وحدة كتلة أو حجم كمية من المادة، وتعتبر القيمة الحرارية للوقود من خصائصه الهامة حيث يمكن من خلالها تحديد كمية الطاقة الحرارية المعطاة للمحرك، وبالتالي معرفة قدرة المحرك على تحويل هذه الطاقة الحرارية إلى عمل يستفاد منه، وتتناسب القيمة الحرارية لوقود ما إلى حد ما مع وزنه النوعي [6]، ويتم حساب القيمة الحرارية عن طريق المعادلة:

$$CV=[2657.8 \times \Delta T] - C.\Delta m$$

ΔT: الفرق في درجة حرارة الماء قبل إشعال السلك وبعده.

C: ثابت احتراق السلك

Δm: الفرق بين كتلة السلك قبل الإشعال وبعده.

ويوضح الشكل (4) جهاز قياس القيمة الحرارية المستخدم في البحث:

الشكل (4): جهاز قياس القيمة الحرارية

٤-٣ محتوى الكبريت (Sulfur Content):

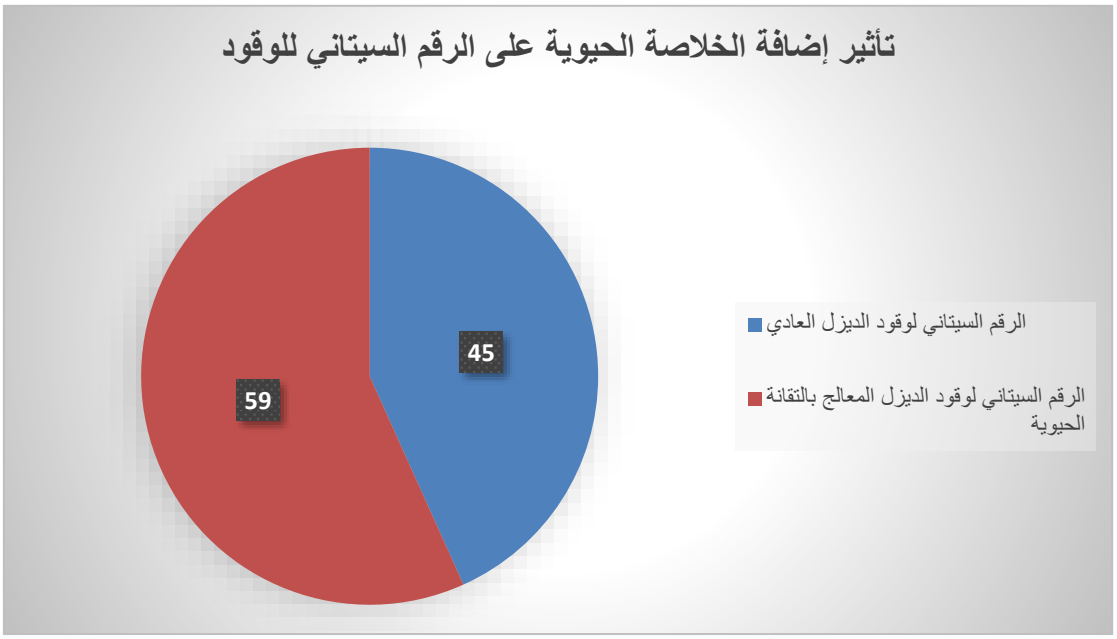
لا يجب أن تزيد نسبة تواجد المواد الكبريتية في الوقود عن ٠.٥٪ وعادة ما يعالج وقود الديزل في وحدات تنقية هيدروجينية، وقد تم حساب نسبة الكبريت في الوقود وذلك باستخدام جهاز (Sulfur Deter. Appatus) المبين في الشكل (5).

الشكل (5): جهاز قياس كمية الكبريت

٦- النتائج والمناقشة:

6-1 تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على الرقم السيتاني للوقود:

تمّ دراسة تأثير الرقم السيتاني لوقود الديزل العادي ولوقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية وقد تم تحليل النتائج ضمن مصفاة حمص ويوضح الشكل (6) مقارنة بين كل من الرقم السيتاني لوقود الديزل ولوقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية:



الشكل (6): تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على الرقم السيتاني للوقود

تبين أنّه عند استخدام وقود الديزل العادي المعالج بالخلاصة الحيوية ارتفع الرقم السيتاني مقارنة باستخدام وقود الديزل العادي الغير معالج، وقد تمت إضافة (الخلاصة الحيوية) لرفع الرقم السيتاني لوقود الديزل (CN=45) بحيث تم الحصول بعد المعالجة على ديزل ذو رقم سيتاني (59).

وقد بينت نتائج الدراسة أنّ رفع الرقم السيتاني للديزل من (45→ 59) يقلّ الاستهلاك النوعي للوقود بحدود (١٠٪)، والسبب في ذلك يعود إلى أنُ الكفاءة الحرارية عند استخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية هي أعلى مقارنة باستخدام وقود الديزل العادي، وذلك بسبب وجود جزيء الأوكسجين في وقود الديزل الحيوي، وبالتالي زيادة مساحة السطح النوعي للوقود في حجرة الاحتراق، مما يؤدي لاحتراق كامل عند استخدام وقود الديزل الحيوي يصاحبه انخفاض في استهلاك المحرك للوقود، وهو ما يتوافق مع نتائج الباحث (Chaichan, ٢٠١٢) [7] الذي قام بدراسة حول تأثير الرقم السيتاني لوقود الديزل العادي على أداء وملوثات العادم لمحرك ديزل متعدد الأسطوانات ذي حقن مباشر، وقد استخدم نوع من أنواع محسنات الرقم السيتاني مع وقود الديزل لتقليل انبعاثات غازات العادم، وقد تمت إضافة (ثاني نترات إثيل هكسيل) لرفع الرقم السيتاني للديزل، حيث تبين تحسن ملحوظ في قيم الرقم السيتاني بعد إضافة المحسنات.

6-٢ تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على القيمة الحرارية:

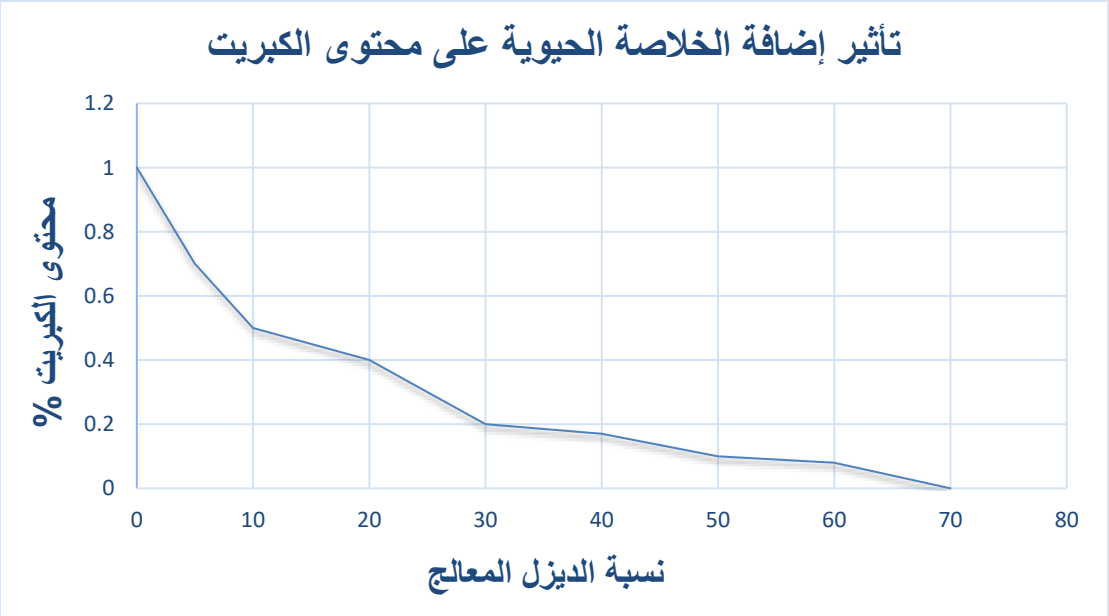
تم حساب القيمة الحرارية لوقود الديزل الذي أضيفت له خلاصة حيوية ويوضح الشكل (7): تأثير إضافة الخلاصة الحيوية لوقود الديزل على القيمة الحرارية:

الشكل (7): تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على القيمة الحرارية

يلاحظ من خلال الشكل أنّه مع زيادة نسبة إضافة الخلاصة الحيوية لوقود الديزل بنسب مزج مختلفة ازدادت القيمة الحرارية للمزيج حيث بلغت أعلى قيمة لها (10820 kcal) عند مزج وقود الديزل مع نسبة (15%) من الخلاصة الحيوية ويعود السبب في ذلك بأنّ الخلاصة الحيوية قامت بتكسير المواد العضوية ذات الوزن الجزيئي الكبير، الأمر الذي قد سهل من عملية الاحتراق كما أنّ الزيادة في طول السلسة يزيد من القيمة الحرارية للوقود [8]، [9] لكنها بدأت بالانخفاض بعد هذه النسبة بشكل واضح، ويعود السبب في ذلك بأنه عند ازدياد نسبة وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية في العينة ازدادت الكثافة النوعية بشكل بسيط الذي أدى إلى انخفاض واضح في القيمة الحرارية وهذا ما يتوافق مع نتائج الباحث (عروس، ٢٠٢٠) [4]، الذي بين أنّه مع زيادة نسبة إضافة زيت الجوجوبا المعالج ازدادت القيمة الحرارية والتي بلغت أعلى قيمة لها بحدود (10733 kcal) عند نسبة مزج (10%)، ثم بدأت بالانخفاض بشكل طفيف مع زيادة نسبة الزيت المعالج في العينة.

6-3 تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على محتوى الكبريت:

يوضح الشكل (8) العلاقة بين نسبة وقود الديزل المعدل بالخلاصة الحيوية في العينة ونسبة الكبريت في المزيج والتي تعتبر ذات أهمية كبرى فيما يتعلق بأداء وانبعاثات المحرك.



الشكل (8): تأثير إضافة الخلاصة الحيوية على محتوى الكبريت

يلاحظ من خلال الشكل (8) انخفاض واضح في نسبة الكبريت مع ازدياد نسبة وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية في العينة إذ تمكنت الخلاصة الحيوية من نزع مركبات الكبريت الموجودة في وقود الديزل، ولا سيما السلفيدات وثنائي السلفيدات الأليفاتية والأروماتية وفق المعادلات التالية:

$$R-S-S-R' \xrightarrow{Bacteria} R-R' \qquad R-S-R' \xrightarrow{Bacteria} R-R'$$

ويتوضح من خلال المعادلة أنه وبوجود الخلاصة الحيوية المحتوية على البكتريا قد قامت بعملية تكسير للكبريت الموجود، مع المحافظة على هيكلية الكربون (الهيدروكربون) الأساسية للوقود بالتالي لا تفقد القيمة الحرارية في الوقود، كما تبين أنه في حالة استخدام وقود الديزل الذي أضيفت له خلاصة حيوية يتحرر كمية أكبر من (O_2) بالمقارنة مع وقود الديزل العادي حيث تمكنت الخلاصة الحيوية من نزع جميع مركبات الكبريت الموجودة في وقود الديزل وبالتالي لم يعد هناك فرصة للأوكسجين لأن يتفاعل مع الكبريت الموجود في هذه المركبات، وبالتالي حصول فائض من الأوكسجين، بينما وفي ظلّ وجود الأكسجين وبوجود المركبات الكبريتية بوقود الديزل العادي الغير معالج تتفاعل المركبات الكبريتية مع أوكسجين الهواء الداخل لحجرة الاحتراق فتتفاعل وتعطي الأحماض السلفونية (حمض السلفونيك) $(\text{R-}SO_3H)$، ويعتبر الحمض من الأحماض الآكلة التي تذيب المعادن وبشكل خاص الحديد فتؤدي إلى نزع ذرات من المعدن من البنية البلورية إلى البيئة الغازية، وتشكيل سلفونات الحديد وكذلك أكاسيد الحديد. وبإجراء المعالجة بالخلاصة الحيوية تمكنت الخلاصة الحيوية من نزع الكبريت، كما أدت إلى تخفيض تركيز أحماض السلفونيك، حيث أصبحت نسبة الكبريت أقل من (٠.٢%) عند نسبة مزج (٤٠٪) من الخلاصة الحيوية مع وقود الديزل العادي، وهذه النسبة تفوق ما توصل إليه الباحث (Gurkamal

(Nain Singh)) [10]، من تخفيض لنسبة الكبريت من (37 mg/kg) لوقود الديزل إلى (23 mg/kg) لمزيج ($E_{19}OA_{07}D_{74}$).

الاستنتاجات

١- استخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية يعطي أداء أفضل للمحرك مقارنة باستخدام وقود الديزل العادي.

٢- ازدياد قيمة الرقم السيتاني من (45→ 59) وذلك عند استخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية.

٣- ازدياد واضح في القيمة الحرارية عند استخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية حيث بلغت أعلى قيمة لها (10820 kcal) عند مزج وقود الديزل مع نسبة (15%) من الخلاصة الحيوية.

٤- انخفاض واضح في نسبة الكبريت عند استخدام وقود الديزل المعالج بالخلاصة الحيوية حيث أصبحت أقل من (٠.٢%) عند نسبة مزج (40%) من الخلاصة الحيوية مع وقود الديزل.

٥- نسبة المزج (خلاصة حيوية ١٥%- ديزل ٨٥%) حققت أفضل خصائص فيزيائية ضمن المواصفات القياسية السورية.

التوصيات

١. تقييم أداء أنواع أخرى من المحركات عند إضافة نسب جديدة من الخلاصة الحيوية.

٢. مقارنة أداء المحرك الذي يستخدم الخلاصة الحيوية مع محركات تستخدم مصادر طاقة متجددة.

٣. مقارنة أداء المحرك العامل بالخلاصة الحيوية مع أدائه باستخدام أنواع مختلفة من الديزل الحيوي.

المراجع

المراجع العربية

[١]–الفياض موسى، أبو رمان عبير، ٢٠٠٩ – *الوقود الحيوي الآفاق والمخاطر والفرص*، المركز الوطني للبحث والإرشاد الزراعي - المملكة الأردنية الهاشمية.

[4] – عروس، حسان ؛ علي، علي ؛ شاش، ميساء (٢٠٢٠). *تحسين الخصائص التشغيلية لزيت الجوجوبا للاستخدام في محركات الديزل*، رسالة ماجستير، جامعة طرطوس، سورية.

المراجع الأجنبية

[٢]- International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Statistics,2020

[3]-. Verma, P., & Sharma, M. P. (2015). *Performance and emission characteristics of biodiesel fuelled diesel engines*. International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), 5(1), 245-250.

[5]- Galen J. Suppes, Truman S. Storvick, *The New Electric Vehicle Society ,Sustainable Power Technologies and Infrastructure*, 2016 .

[6]- Dipak k. Sarkar, *Thermal Power Plant, Design And Operation*, Elsevier, Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam, Netherlands Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA *The Boulevard, Langford Lane*, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK ,2015.

[7]- Chaichan, M. T., & Ahmed, S. T. (2012*). Effect of fuel cetane number on multi-cylinders direct injection diesel engine performance and exhaust emissions*. Al-Khwarizmi Engineering Journal, 8(1), 65-75.

[8]- Zayed Al-Hamamre, Ahmed Al-Salaymeh. (2014*). Physical properties of (jojoba oil + biodiesel), (jojoba oil + diesel) and (biodiesel + diesel) blends*. Fuel,V123, P (175-188).

[9]- Swati Agarwal, Sonu Kumari, Anurag Mudgal, Suphiya Khan, (2020). *Green synthesized nanoadditives* in jojoba biodiesel-diesel blends: An Improvement of engine performance and emission, Renewable Energy 147 1836e1844.

[10]- Gurkamal Nain Singh, Rabinder Singh Bharj. (2019*). Study of physical-chemical properties for 2 nd generation ethanol-blended diesel fuel in India*, Sustainable Chemistry and pharmacy 12.